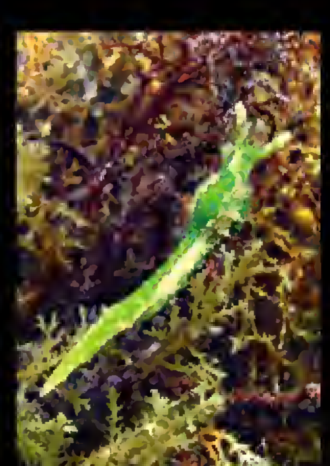


HERBIVORÍA EN AMBIENTES MARINOS: ALGA-MOLUSCO
PÁG: 7



BELLEZA EXTRAVAGANTE Y FUNCIONALIDAD: LOMBRICES DE TIERRA.
PÁG:12



NÚM. 138 MAYO-JUNIO DE 2018
ISSN: 1870-1760

BioDIVERSITAS

BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

LAS ORQUÍDEAS EPÍFITAS

Cuando pensamos en las orquídeas hacemos una conexión entre la belleza de sus flores y los bosques lluviosos, ya que en los lugares donde llueve abundantemente hay una gran diversidad de orquídeas, como en los bosques tropicales y subtropicales, pero también en otros tipos de ambientes, a excepción de las zonas polares y los desiertos. En los bosques tropicales secos las orquídeas existen en menor diversidad y abundancia, debido a que en estos ambientes las especies enfrentan largos periodos de sequía y están expuestas a grandes cantidades de luz y altas temperaturas.[1]

LAS ORQUÍDEAS EPÍFITAS:

¿cómo viven y sobreviven sobre los árboles?

EDILIA DE LA ROSA MANZANO[1], JOSÉ LUIS ANDRADE[2] Y JORGE ARIEL TORRES CASTILLO[1]



Portada y arriba: *Laelia anceps* se distribuye en la selva baja caducifolia y el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera El Cielo en Tamaulipas.

Página opuesta: *Stanhopea tigrina* creciendo en el bosque Mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas.
Foto: © Edilia de la Rosa Manzano

Sin duda, las estructuras más atractivas de las orquídeas son sus flores, de formas y colores muy variados, con un patrón general. La estructura floral más llamativa probablemente sea un pétalo modificado conocido como *labelo* o labio inferior, que en algunas especies adquiere colores y ornamentaciones diferentes del resto de la flor. Sirve para atraer a sus polinizadores junto con el aroma, y se ha observado que las abejas son los más importantes para las orquídeas.

Las orquídeas crecen tanto en el suelo como en los árboles, y cuando lo hacen en estos últimos se les denomina epífitas. Una epífita es aquella planta que habita sobre ramas o troncos de otra, principalmente árboles, que se conocen como hospederos. Las orquídeas, tanto epífitas como terrestres, han sido objeto de admiración por su belleza y regalan un escenario lleno de colores y fragancias exquisitas, que es atractivo para el ser humano y otros organismos.

El ambiente epífito: vivir en las alturas

Aunque las raíces de las orquídeas epífitas están en contacto con la corteza de los árboles, las sustancias que necesitan como alimento no las obtienen del hospedero (árbol o arbusto sobre el que crece), sino de la atmósfera, por lo que generalmente no dañan a sus hospederos. Seguramente estarás familiarizado con el "heno" o "paixtle" que se vende en los mercados en la época decembrina o habrás visto las plantas que crecen sobre los cables de luz; todas ellas son epífitas, al igual que muchas orquídeas. Se estima que aproxima-

Las orquídeas se sujetan a los troncos o ramas de los árboles por medio de sus raíces, por lo que la arquitectura del hospedero tiene un papel determinante en su establecimiento.

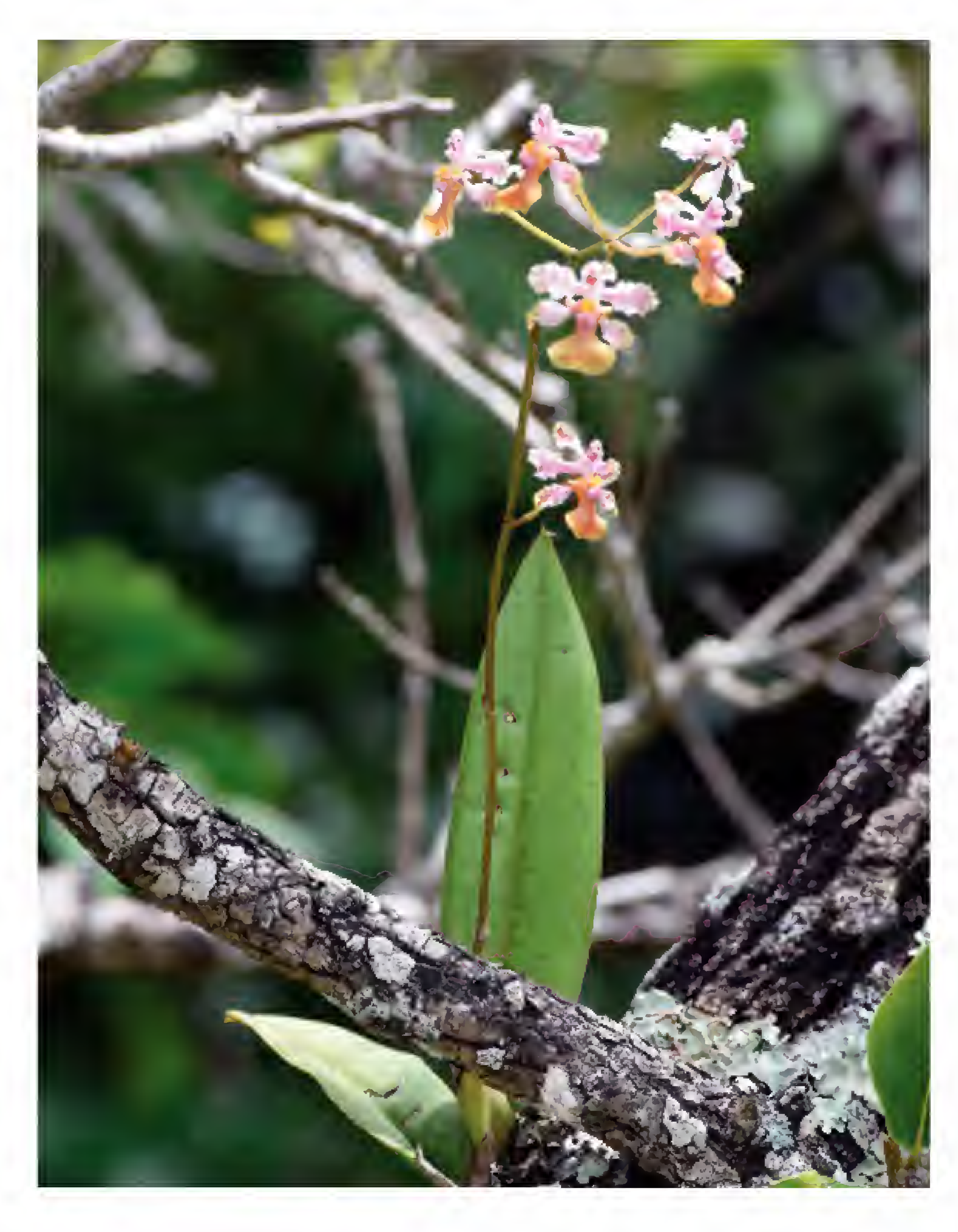
damente el 78% de todas las especies de orquídeas son epífitas,[2,3] aunque también podemos encontrarlas en ambientes terrestres. De las aproximadamente 27,000 especies de orquídeas que hay en el mundo, se calcula que en México existen 1,200, que se encuentran —de manera natural— principalmente en los estados de Oaxaca, Chiapas y Veracruz.[4]

Las orquídeas se sujetan a los troncos o ramas de los árboles por medio de sus raíces, por lo que la arquitectura del hospedero (forma y disposición de las ramas) tiene un papel determinante en su establecimiento; así, la rugosidad de la corteza, la inclinación de las ramas, la capacidad de absorción de agua, entre otras características, estarán asociadas al éxito de colonización de los árboles de cada especie de orquídea.

Otros factores como el agua, la luz, la humedad relativa (humedad ambiental) y el viento tienen un efecto en el lugar o distribución que ocupan las orquídeas en el árbol, así como en la cantidad de individuos o abundancia de cada especie. Las partes más altas de los árboles reciben mayor cantidad de luz y frecuentemente hay una reducción en el agua disponible para las epífitas, puesto que las ramas más altas experimentan mayor sequedad. El microambiente que se genera en las zonas intermedias de los árboles es más favorable para las orquídeas, y precisamente es donde se encuentra la mayor diversidad y abundancia de estas especies, junto con otras epífitas.

A diferencia de los animales que escapan físicamente de las condiciones adversas, las plantas despliegan una serie de adecuaciones fisiológicas que les permiten vivir amigablemente en esos ambientes; por ejemplo, hay un aumento en la cantidad de ceras de la cutícula (capa impermeable) sobre las hojas que refleja la luz y contribuye a que no se pierda tanta agua de la planta;





Trichocentrum cosymbephorum en la selva baja caducifolia de la Reserva de la Biosfera Sierra de Tamaulipas.
Foto: © Edilia de la Rosa Manzano

esta capa también se presenta sobre los tallos suculentos (tallos carnosos, jugosos que almacenan agua) y, junto con ello, las orquídeas tienen un metabolismo fotosintético especial que ayuda en el ahorro de agua.

¿Cómo obtienen su alimento las orquídeas epífitas?
Es posible que ahora te preguntes cómo obtienen las orquídeas epífitas los recursos como el agua y los minerales, ya que sus raíces no llegan al suelo. Pues bien, las orquídeas epífitas consiguen el agua a través de la lluvia que escurre en los troncos o en las ramas de los árboles, del rocío, la neblina o bien de la humedad que se retiene en la materia orgánica que se acumula en sus raíces.

La raíz de las orquídeas está formada por un grupo de células especiales localizadas en su exterior, que crean una especie de saco llamado "velamen", que ante las primeras lluvias absorbe inmediatamente el agua que transporta al resto de la planta. Otro aspecto importante en la captura de agua es la presencia de musgos y líquenes que forman un césped sobre las ramas, los cuales acumulan materia orgánica en sus raíces que contribuye a mantener agua disponible para las epífitas. Los musgos y líquenes presentes son muy pocos en las selvas secas, por lo que las orquídeas epífitas dependen del rocío y de las lluvias.

Las orquídeas epífitas consiguen el agua a través de la lluvia que escurre en los troncos o en las ramas de los árboles, del rocío, la neblina o bien de la humedad que se retiene en la materia orgánica que se acumula en sus raíces.

Al igual que todas las plantas, las orquídeas epífitas poseen aberturas microscópicas en sus hojas, conocidas como estomas, a través de las cuales intercambian oxígeno (O_2) y bióxido de carbono (CO_2) con el medio ambiente, importante en la manufactura de sus alimentos. Como es sabido, las plantas fabrican su propio alimento a través del proceso de fotosíntesis, y lo realizan durante el día perdiendo una considerable cantidad de agua por medio de la transpiración, ya que cuando se abren los estomas hay un intercambio de moléculas entre el ambiente y el interior de la planta: algunas como el CO_2 entran y otras como el H_2O salen; a este tipo de fotosíntesis se le conoce como ciclo C_3 o Calvin-Benson. Como las orquídeas epífitas viven en un medio desfavorable, éstas presentan modificaciones fisiológicas para reducir la pérdida de agua, muy escasa en el hábitat epífito. En lugar de capturar el CO_2 durante el día, lo hacen en la noche cuando la temperatura es menor y la humedad relativa en el ambiente es alta; así tienen una menor pérdida de agua por transpiración. A esta forma de intercambio de gases durante la noche se le conoce como metabolismo ácido de las crasuláceas o CAM (por sus siglas en inglés), común en las plantas donde escasea el agua, como los desiertos o arriba de los árboles. De las 27 000 especies de orquídeas que se tienen registradas, aproximadamente el 50% realiza la fotosíntesis tipo CAM;[5] tal vez este número sea mayor considerando la cantidad de especies que son de hábitat epífito (poco más de una tercera parte del total), aunque de algunas especies nunca alcanzaremos a saber su tipo de fotosíntesis pues los bosques siguen siendo talados sin distinción.

En México, los bosques tropicales secos son uno de los cuatro tipos de vegetación con mayor extensión territorial. Hasta ahora se ha estudiado la vía fotosintética de algunas especies de orquídeas epífitas que habitan en Jalisco, Yucatán y los que actualmente se realizan en Tamaulipas.



Vista desde el dosel (a 10 m aproximarte del suelo) del bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas.
Foto: © Edilia de la Rosa Manzano

El hombre y las orquídeas

Las orquídeas son uno de los grupos más vulnerables por la destrucción y modificación de los bosques, debido a su lento crecimiento, sus ciclos de vida relativamente largos y la baja tasa de germinación. Se calcula que del total de las especies que hay en México, el 16% se encuentra en alguna categoría de protección de acuerdo con la norma oficial mexicana. Otra de las causas que provocan una disminución en las poblaciones de las orquídeas es la extracción de especies con valor comercial, las cuales tienen un amplio margen de precios en el mercado de hasta 600 pesos por planta. Esta práctica ha puesto en peligro de extinción a algunas especies como *Laelia speciosa*, endémica de México; sus poblaciones se han visto fuertemente reducidas como resultado de la alteración del ambiente donde viven y de la sobrecolecta.

Una alternativa para evitar el continuo saqueo de las especies silvestres es la propagación *in vitro*, mediante la cual se pueden obtener varias plantas a partir de una célula o una parte de la planta (raíz, tallo u hojas). También es determinante proponer estrategias para conservar los ecosistemas donde habitan, puesto que las orquídeas al igual que otras epífitas capturan nutrientes y aportan gran cantidad de materia orgánica a los bosques, además de ser alimento y refugio de muchas especies animales.

¿El cambio en el clima afecta las orquídeas epífitas?

Otra situación a la que actualmente se enfrentan las orquídeas, pero que falta documentar, es el cambio climático que provoca un aumento en las temperaturas, lluvias más frecuentes o sequías prolongadas, mayor concentración de gases de invernadero, entre otras condiciones ambientales que afectan los bosques.

De acuerdo con estudios de modelación del cambio climático en México, los bosques tropicales podrían aumentar ligeramente su distribución, desplazando a los bosques de pino y encino;[6,7] por tanto, las poblaciones de las epífitas podrían verse reducidas. Ante las presiones del cambio climático, es posible que las orquídeas colonicen otros ambientes, donde las condiciones de humedad y temperatura sean más favorables para su establecimiento o adecuarse al nuevo microclima. Las epífitas son excepcionalmente sensibles a los cambios ambientales que ocurren, por lo que se han propuesto como un buen indicador del grado de disturbio en los ecosistemas y representan un excelente modelo para estudiar las respuestas a los cambios en el clima.[8, 9]

Actualmente, en el Instituto de Ecología Aplicada de la Universidad Autónoma de Tamaulipas se estudia la diversidad de estas plantas en los sistemas montañosos del estado, así como la fisiología ecológica que nos



Orquídea *Maxillaria cuculata* de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas.
Foto: © Fulvio Eccardi



Laelia speciosa, una orquídea en peligro de extinción, en Zacatecas.
Foto: © Fulvio Eccardi

permite comprender cómo las características fisiológicas y morfológicas de una especie están relacionadas con la distribución geográfica de las poblaciones de plantas y cómo éstas responden ante los cambios ambientales. Estas investigaciones son muy importantes para entender cómo interactúan las especies entre sí y su relación con el ambiente, y ayudan a conseguir una conservación adecuada de los ecosistemas y la dinámica de sus especies. Promoviendo una conciencia ecológica al respecto podemos armonizar con la naturaleza y seguir admirando la belleza que nos brinda.

Bibliografía

[1] De la Rosa Manzano, E., J. L, G. Andrade, Zotz y C. Reyes García. 2014. "Epiphytic orchids in tropical dry forest of Yucatan, Mexico. Species occurrence abundance and correlations with host tree characteristics and environmental conditions", *Flora* 209: 100-109.

[2] Zotz, G. y U. Winkler, 2013. "Aerial roots of epiphytic orchids: the velamen radicum and its role in water and nutrient uptake", *Oecologia* 171: 733-741.

[3] Fay, M. F. y M. W. Chase. 2009. "Orchid biology: From Linnaeus via Darwin to the 21st century", *Annals of Botany* 104: 359-364.

[4] Soto Arenas, M. A., A. R. Solano y E. Hágsater. 2007. "Risk of extinction and patterns of diversity loss in Mexican orchids", *Lankesteriana* 7: 114-121.

[5] Silvera, K., L. S. Santiago y K. Winter. 2005. "Distribution of crassulacean acid metabolism in orchids of Panama: evidence of selection for weak and strong modes", *Functional Plant Biology* 32: 397-407.

[6] Villers, L. e I. Trejo. 2004. "Evaluación de la vulnerabilidad en los ecosistemas forestales", en J. Martínez y B. A. Fernández (comps.), *Cambio climático: una visión desde México*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto Nacional de Ecología, pp. 239-254.

[7] Foster, P. 2001. "The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests", *Earth-Science Reviews* 55: 73-106.

[8] Benzing, D. H. 1998. "Vulnerabilities of tropical forests to climate change: the significance of resident epiphytes", *Climate Change* 39: 519-540.

[9] Lugo, A. E. y F. N. Scatena. 1992. "Epiphytes and climate change research in the Caribbean: a proposal", *Selbyana* 13: 123-130.

[1] Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Tamaulipas. ermanzano@uat.edu.mx

[2] Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida, Yucatán.



Herbivoría en ambientes marinos: ALGA-MOLUSCO

LUIS GABRIEL AGUILAR-ESTRADA Y NATALY QUIROZ-GONZÁLEZ[1]

Los seres vivos se encuentran en una constante interacción con el medio donde se desarrollan. Una de las relaciones más estrechas entre los organismos es la depredación, que de manera literal es que un organismo sea devorado por otro.[1] Es una interacción +/-, ya que una de las especies se verá beneficiada (+) y la otra al ser devorada será perjudicada (-).

Existen dos formas para clasificar a los depredadores: la primera está vinculada a la manera en que se alimentan, es decir, a los que comen plantas se les conoce como herbívoros y a los que se alimentan de otros organismos que no son plantas se les denomina carnívoros. La segunda es funcional, ya que responde al papel que desempeñan los organismos cuando se relacionan con otros de diferente especie (depredadores, parásitos y parasitoides).[2]

Dentro de las interacciones bióticas en las poblaciones marinas, la depredación por herbivoría ha sido estudiada intensamente a lo largo de muchas décadas.[3] El consumo de tejido fotosintético vivo por animales constituye la definición más general de herbivoría y se califica como herbívoros a todos aquellos organismos adaptados a vivir únicamente consumiendo a los productores primarios. Los herbívoros pueden clasificarse en especialistas, es decir, aquellos que se alimentan solamente de un tipo de organismos y generalistas se denomina a los individuos que son capaces de alimentarse de una gran variedad de ellos.[2]

Los principales organismos marinos que tienen actividad herbívora son vertebrados como los peces, e invertebrados como los erizos, crustáceos y moluscos, que se alimentan principalmente de macroalgas y pastos marinos.[3]

Esta babosa de mar, *Costasiella kuroshimae*, presenta un fenómeno denominado cleptoplastia, donde los cloroplastos son robados por el molusco.



El erizo verde *Echinometra viridis* controla las poblaciones de algas marinas alimentándose de ellas.

Los efectos de la herbivoría sobre las macroalgas o pastos marinos dependen de los organismos depredadores, es decir, de las partes de la presa consumida y del tiempo de exposición al ataque de los consumidores. En las macroalgas se sabe que el grado de herbivoría depende de la conformación y la consistencia del talo (cuerpo del alga). En los pastos marinos se observan diferentes tipos de daños por parte de los depredadores, encontrándose en las presas deterioros en distintas estructuras ya sea raíz, tallos, hojas, flores o frutos.[2]

Como respuesta al ataque de los herbívoros, los organismos fotosintéticos han desarrollado estrategias de defensa para hacerle frente a los depredadores, que consisten principalmente en cambios de la forma del cuerpo y la liberación de sustancias químicas.

Las macroalgas presentan diferentes grados de dureza en sus talos, lo que ha derivado en ocho formas de clasificar a las algas bajo este criterio (1. microalgas; 2. algas filamentosas; 3. algas foliosas; 3.5. algas foliosas corticadas; 4. filamentosas corticadas; 5. coriáceas; 6. calcáreas articuladas; y 7. algas costrosas).[4] Éstos se ven reflejados en la producción de carbonato de calcio (calcificaciones) y en la generación de cutículas gruesas o protuberancias, pero en general producen una serie de metabolitos secundarios que tienen la finalidad de disuadir la actividad de los herbívoros.[5]

Algunas algas verdes, rojas y pardas producen metabolitos secundarios como acetogeninas, terpenoides, taninos, polifenoles, entre otras sustancias, con distintas funciones contra los depredadores. El sargazo (*Sargassum* spp.) produce taninos y polifenoles. El género *Dictyota* spp. produce taninos capaces de inhibir peces e invertebrados. La lechuga de mar (*Ulva lactuca)* libera dimetilsulfuro y peróxidos sobre los moluscos *Littorina littorea* y *L. obtusata*.[6, 7] El alga verde conocida como nopalita (*Halimeda* spp.) presenta adaptaciones para evitar su consumo, como un talo muy calcificado en arreglos compactos, bajo contenido calórico y producción de compuestos químicos (diterpenoides). Las algas rojas producen el mayor número de metabolitos secundarios, principalmente compuestos halogenados. En el género *Laurencia* spp. se han determinado diterpenos y sesquiterpenos.[8]

En el ambiente marino los herbívoros pueden determinar la distribución temporal y espacial de las macroalgas, y regular la estructura de la comunidad (riqueza, composición, abundancia y distribución),[9] por lo que su efecto es esencial en la transferencia de materia y energía dentro de los ecosistemas marinos.[10]

Herbivoría en invertebrados marinos

Los grupos de invertebrados más representativos que se encuentran asociados a los grupos macroalgales son los crustáceos (anfípodos), poliquetos (gusanos tubo) y moluscos, que aproximadamente representan el 70% de la abundancia de los organismos asociados a este ambiente.[11] Como ejemplo de lo anterior se sabe que



Un grupo de tortugas caguama que se alimentan del sargazo.

los cangrejos *Mithrax forceps*, *M. coryphe* y *Platyactaea setigera* se alimentan de algas rojas como *Gracilaria cornea* y *G. crassissima*.[12]

El erizo *Echinometra viridis* controla el crecimiento y desarrollo de macroalgas en los arrecifes y tiene preferencia por *Acanthophora spicifera, Lobophora variegata* y *Halimeda opuntia*, que ante la escasez de alimento se vuelve generalista.[13] El isópodo *Dynamene bidentata* consume la región cortical químicamente defendida del género *Fucus*, lo que facilita que el anfípodo *Apohyale prevostii* se alimente del tejido medular del alga.[14]

Herbivoría en moluscos marinos

Los moluscos son organismos que se encuentran asociados a una gran variedad de ambientes. Tienen diversos hábitos alimenticios, filtradores o detritívoros (almejas o mejillones), carnívoros (murícidos) o parásitos (eulímidos), pero muchos de ellos son herbívoros que consumen las algas epífitas o macroalgas sobre las que se desarrollan.

Los moluscos con este tipo de hábitos alimenticios comprenden a los gasterópodos (caracoles, lapas y babosas marinas) y a los poliplacóforos (quitones). Los gasterópodos tienen una concha que recubre el cuerpo; puede ser externa, enrollada (caracoles) o de forma ovalada y cónica (lapas), y en algunos de ellos, como las babosas de mar, puede ser interna (liebre de mar) o incluso no presentarse (lechuga de mar). Los poliplacóforos son organismos con un cuerpo alargado y aplanado cubierto con una concha dividida en ocho placas que están rodeadas por un cinturón.

Las familias más representativas de caracoles marinos herbívoros son Turbinidae (turbos y astreas), Cerithiidae (caracol manchado), Neritidae (neritas), Strombidae (caracol rosado); de las lapas son Haliotidae (abulones), Fissurellidae (lapas agujero de llave), Lottiidae (lapas verdaderas) y Siphonaridae (falsas lapas); entre las babosas marinas se incluyen Aplysiidae (liebres de mar) y Elysiidae (lechugas de mar), principalmente; las familias de poliplacóforos son Chitonidae, Ischnochitonidae y Acanthochitonidae, entre otras, a excepción de la especie *Placiphorella velata*, que es carnívora.[15]

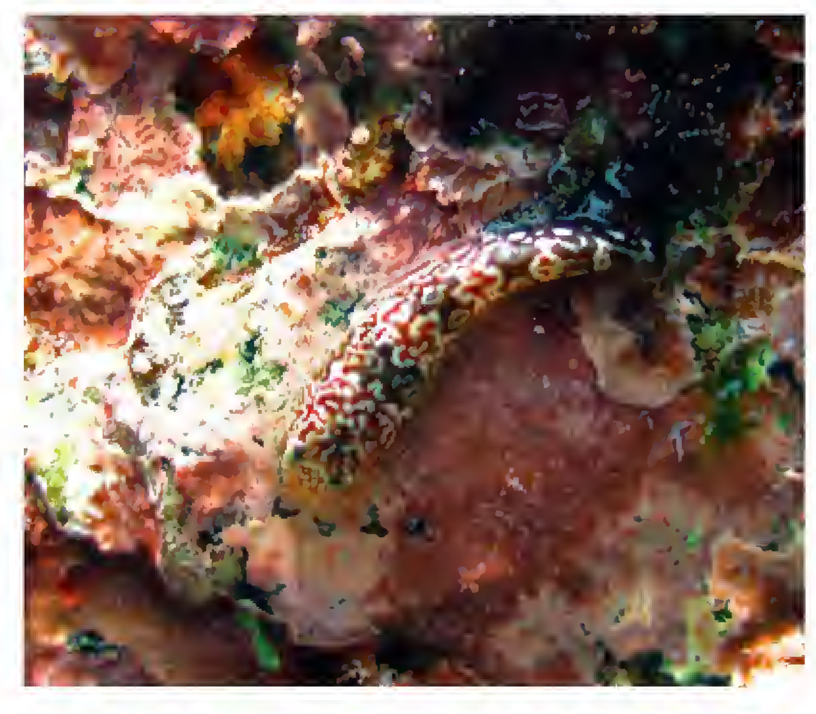
Muchas especies de moluscos son herbívoras generalistas ya que tienen una similitud en sus preferencias alimenticias, donde las más frecuentes son diatomeas, ulvales y algas costrosas.[3]

El efecto de la herbivoría de los moluscos sobre las comunidades de macroalgas se ha observado en distintas especies como en *Fucus distichus* donde se tiene evidencia del efecto herbívoro de los caracoles *Littorina sitkana* y *L. scutulata*, siendo el primero el que ocasiona un mayor daño a la macroalga.[4] En el género de alga roja *Gracilariopsis* spp., se ha observado el efecto de la herbivoría de algunas especies de moluscos, como *Hemitoma emarginata*, *Phenacolepas hamillei* y *Crepidula convexa*.[16] Se ha registrado que los abulones como

México posee gran cantidad de especies de importancia comercial de hábitos herbívoros, como los caracoles, abulones, quitones y lapas.



Los cangrejos del género *Mithrax* además de alimentarse de las algas rojas pueden utilizarlas como zonas de refugio o camuflaje.



Algunos vertebrados como los peces piedra se alimentan de las algas que se adhieren a la superficie de las rocas.
Foto: © Alejandra Cruz Rodríguez



La babosa de mar *Oxynoe viridis* posada sobre un césped de algas de las cuales obtiene su alimento y algunas sustancias de defensa.

Haliotis tuberculata y *H. coccinea* tienen preferencia por varias especies de macroalgas de las que llegan a consumir hasta 35% de su peso por día.[16] En la lechuga de mar (*Elysia* spp.), *Costasiella* spp., *Placida* spp. y *Oxynoe* spp. se ha observado un fenómeno denominado "cleptoplastia", que se refiere a la apropiación de los cloroplastos presentes del tejido vegetal de macroalgas verdes de los géneros *Avrainvillea*, *Caulerpa*, *Penicillus* y *Acetabularia.*[17] Estos cloroplastos son extraídos del alga mediante su rádula modificada (estructura raspadora constituida por un polisacárido), con la que los succiona para después trasladarlos al dorso del manto donde estos organelos son funcionales. La babosa de mar *Oxynoe panamensis* vive asociada a los talos del alga verde *Caulerpa sertularioides*, de la cual se alimenta y extrae la oxitocina, sustancia que emplea como mecanismo de defensa ante los depredadores.[18]

A pesar de que la mayoría de las especies de moluscos que habitan en las zonas intermareales son herbívoras, muchas de ellas pueden consumir microalgas y estadios microscópicos de algas verdes (plántulas o esporas). El herbívoro *Fissurella picta* es capaz de consumir adultos de algas corticales como *Mazzaella laminarioides*, y la falsa lapa *Siphonaria lessoni* se alimenta de etapas adultas de esta especie, lo que causa importantes reducciones en la biomasa de esta alga; además se ha observado que tiene preferencia por determinadas estructuras reproductivas de la misma. Por su tamaño (5-7 cm de longitud), la lapa *Fissurella crassa* puede consumir frondas enteras de *M. laminarioides*, lo que también tiene fuertes efectos sobre las poblaciones de esta macroalga.[3]

Recientemente gracias a los trabajos sobre contenido estomacal de moluscos se ha observado que la especie *Patella ferruginea* presenta cianoprocariontes y algas pardas en su glándula digestiva; en cambio, en otras especies de este mismo género como *P. rustica, P. caerulea* y *P. ulyssiponensis* se ha registrado una porción animal junto con la porción de macroalgas en sus contenidos estomacales. Dichos estudios abren la posibilidad de pensar que estos moluscos —que en un principio se consideraron herbívoros— sean omnívoros debido a su capacidad para alimentarse de más de un eslabón de la cadena alimenticia, es decir, desde la parte basal (macroalgas) hasta eslabones intermedios con especies animales como larvas de balanos y larvas de dípteros.[3, 19]

Estudios realizados en México

Los estudios sobre herbivoría son restringidos; sin embargo, cabe destacar que nuestro país posee gran cantidad de especies de importancia comercial de hábitos herbívoros, como los caracoles, abulones, quitones y lapas. Por esta razón se ha promovido el desarrollo de

líneas de investigación sobre distintos aspectos de sus pesquerías en las zonas templadas de México (Golfo de California).

Desafortunadamente para nuestras costas tropicales, no se cuenta con antecedentes del efecto de los herbívoros sobre las comunidades de pastos o macroalgas. Dada la importancia de la herbivoría en las comunidades marinas, surge el interés de explorar la diversidad de especies con este tipo de alimentación en nuestro país. Los trabajos que pueden considerarse pioneros en este sentido se han desarrollado recientemente en el laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias, de la UNAM, que han evaluado la cantidad de clorofila *a* (pigmento verde de organismos fotosintéticos) en varias especies de moluscos herbívoros del estado de Guerrero.



El cangrejo rey *Mithrax spinosissimus* posado sobre coral, donde es común que encuentre macroalgas de las que se alimenta.

Bibliografía

[1] Margalef, R. 2005. "Evaluación de las poblaciones", en R. Margalef, *Ecología*. Barcelona: Omega, pp. 317-357.

[2] Begon, M. C., R. Townsend y J. L. Harper. 2006. "The Nature of Predation", en M. C. Begon, R. Townsend y J. L. Harper, Ecology: From Individuals to Ecosystems. Malden: Blackwell Publishing.

[3] Aguilera, M. 2011. "The functional roles of herbivores in the rocky intertidal systems in Chile: A review of food preferences and consumptive effects", *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 241-261.

[4] Steneck, R. S y M. N. Dethier. 1994. "Functional group approach to the structure of algal-dominated communities", *Oikos* 69: 476-498.

[5] Van Alstyne, K. 1988. "Herbivore grazing increases polyphenolic defenses in the intertidal brown algae *Fucus distichus*", *Ecology* 69: 655-663.

[6] Pereira, R. C. y M. A. Vasconcelos. 2014. "Chemical defense in the red seaweed *Plocamium brasiliense*: spatial variability and differential action on herbivores", *Brazilian Journal of Biology* 74(3): 545-552.

[7] Peckol, P. y A. B. Putnam. 2017. "Differential toxic efects of *Ulva lactuca* (Chlorophyta) on the herbivorous gastropods, *Littorina littorea* and *L. obtusata* (Mollusca)", *Journal of Phycology* 53(2): 361-367.

[8] Cabrita, M. T., C. Vale y A. P. Rauter. 2010. "Halogenated compounds from marina algae", *Marine Drugs* 8:2301-2317.

[9] Aguilar-Estrada, L. G. 2017. Estructura comunitaria de los moluscos (y poliplacóforos) asociados a los ensambles macroalgales en el intermareal rocoso de Ixtapa-Zihuatanejo, Guerrero, México. Tesis de maestría. Ciudad de México: Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.

[10] Aguilera, M. A. y S. A. Navarrete. 2007. "Effects of *Chiton granosus* (Frembly, 1827) and other molluscan grazers on algal succession in wave exposed mid-intertidal rocky shores of central Chile", *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 349: 84-98.

[11] Colman, J. 1940. "On the faunas inhabiting intertidal seaweeds", *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 24: 129-183.

[12] Campos, C. 2000. "Crustáceos asociados a macroalgas en Bajo Pepito, Isla Mujeres, Caribe mexicano", *Revista de Biología Tropical* 48: 361-364.

[13] Sangil C. y H. M. Guzman. 2016. "Assessing the herbivore role of the sea-urchin *Echinometra viridis*: keys to determine the structure communities in disturbed coral reefs", *Marine Environmental Research* 120: 202-213.

[14] Barrios, J. y A. Lemus. 2000. "Estructura y dinámica de comunidades asociadas a cultivos de *Gracilariopsis tenuifrons* (Gracilariaceae) en Chacopata, Sucre, Venezuela. I. Inventario faunístico", *Revista de Biología Tropical* 48: 137-143.

[15] García-Ríos, C. 2003. *Los quitones de Puerto Rico*. San Juan: Isla Negra Editores.

[16] Viera, M. P., J. L. Gómez-Pinchetti, G. Courtois de Vicose, A. Bilbao, S. Suárez, R. J. Haroun y M. S. Izquierdo. 2005. "Suitability of three red macroalgae as a feed for the abalone *Haliotis tuberculata coccinea* Reeve", *Aquaculture* 248: 75-82.

[17] Ortigosa, J. 2010. "La cleptoplastia. La vida en la Tierra", *Cienciorama* 10-11: 1-4.

[18] Cimino, G., A. Fontana y M. Gavagnin. 1999. "Marine opisthobranch molluscs: chemistry and ecology in sacoglossan and dorids", *Current Organica Chemistry* 3(4): 327-372.

[19] Burgos-Rubio, V., J. de la Rosa, M. Altamirano y F. Espinoza. 2015. "The role of patellid limpets as omnivorous grazers a new insight into intertidal ecology", *Marine Biology* 162: 2093-2106.

[1] Laboratorio de Ficología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. lgae@ciencias.unam.mx

Belleza extravagante y funcionalidad:

LOMBRICES DE TIERRA

DIANA ORTIZ GAMINO*[1] Y ÁNGEL I. ORTIZ CEBALLOS*

Lumbricus terrestris, espécimen fotografiado en el norte de Wallaceburg, Ontario, California.
Foto: © Herman Giethoorn

En la historia de la humanidad hay una estrecha relación entre lo que se considera bello y bueno y utilizar alguno de esos calificativos posiciona a un ente en un peldaño superior al de sus semejantes.[1] Hemos catalogado como igual de importante aquello que ante nuestros ojos es bonito, atractivo, o interesante, incluso lo hemos puesto en el mismo nivel de relevancia que lo funcional. En cuanto a la biodiversidad, se ha hecho especial énfasis en las especies que son llamativas visualmente, ya sea plantas o animales. El relativo aumento de programas de conservación y monitoreo para especies prioritarias de plantas se ha dirigido a aquellas que son bonitas o longevas. En los animales, los programas de conservación se han orientado hacía mamíferos de gran tamaño como felinos, osos, elefantes. Las especies de importancia económica no se quedan atrás.[2] Pero ¿qué pasa con la funcionalidad?¿Todas las especies son igual de importantes para el mantenimiento de los ecosistemas? La respuesta es un NO rotundo. Tampoco son los animales más bellos quienes encabezan la lista, ni los seres humanos somos quienes más influimos en la vida en la Tierra, aunque sí somos la especie más egocéntrica. A decir del historiador Christopher Lloyd: "*the most influential species (defined as the species that has most changed life on Earth) is… the earthworm*".[3] Lo que parece lógico, ya que de la dinámica biológica del suelo depende todo lo que se encuentra sobre éste. Pero ¿cuál es el aspecto más sobresaliente para determinar que una especie es prioritaria?: ¿belleza o funcionalidad?, ¿tamaño o longevidad?, ¿atractivo visual o importancia económica?



Las lombrices de tierra son consideradas importantes y funcionales desde Aristóteles (384-322 a. C.) quien las llamó "los intestinos del suelo". Darwin (1881)[12] capturó la importancia de estos organismos a través de minuciosas observaciones, y afirmó que la actividad de las lombrices de tierra era extraordinaria ya que se encargaban de formar el mantillo vegetal; para ello dedicó todo un libro donde describió sus características y señaló su importancia. Darwin decía que "*Man is but a worm*", por lo que una revista publicó una caricatura sobre el famoso naturalista donde aparecía como el último eslabón de la evolución que comenzaba en las lombrices de tierra, pasaba por otros animales de mayor tamaño hasta llegar al ser humano.

Biodiversidad en México

Las lombrices de tierra pertenecen a los llamados "ingenieros del ecosistema", quienes modifican la distribución y abundancia de las comunidades bacterianas y fúngicas dentro del suelo, contribuyen al mejoramiento de su estructura y función al incorporar materia orgánica, formar agregados y mover partículas, influyendo así en la porosidad, aeración, infiltración y fertilidad; como consecuencia, promueven el crecimiento y productividad de las plantas,[8, 9] a pesar de ello, aún no son el grupo de organismos más estudiados en México. Hasta 2014, en nuestro país fue descrito por taxonomía tradicional el 1.7 % de lombrices de tierra, esto es, 102 (51 nativas y 51 exóticas)[4] de las 6 000 especies que han sido registradas alrededor del mundo; cada vez se tiene más evidencia de especies que han sido descritas morfológicamente con un nombre, pero que en el nivel molecular ya no corresponden a esa especie, son las llamadas especies crípticas.[5] En la actualidad se ha calculado una cifra aproximada de 30,000 especies de lombrices de tierra a nivel global.[10]

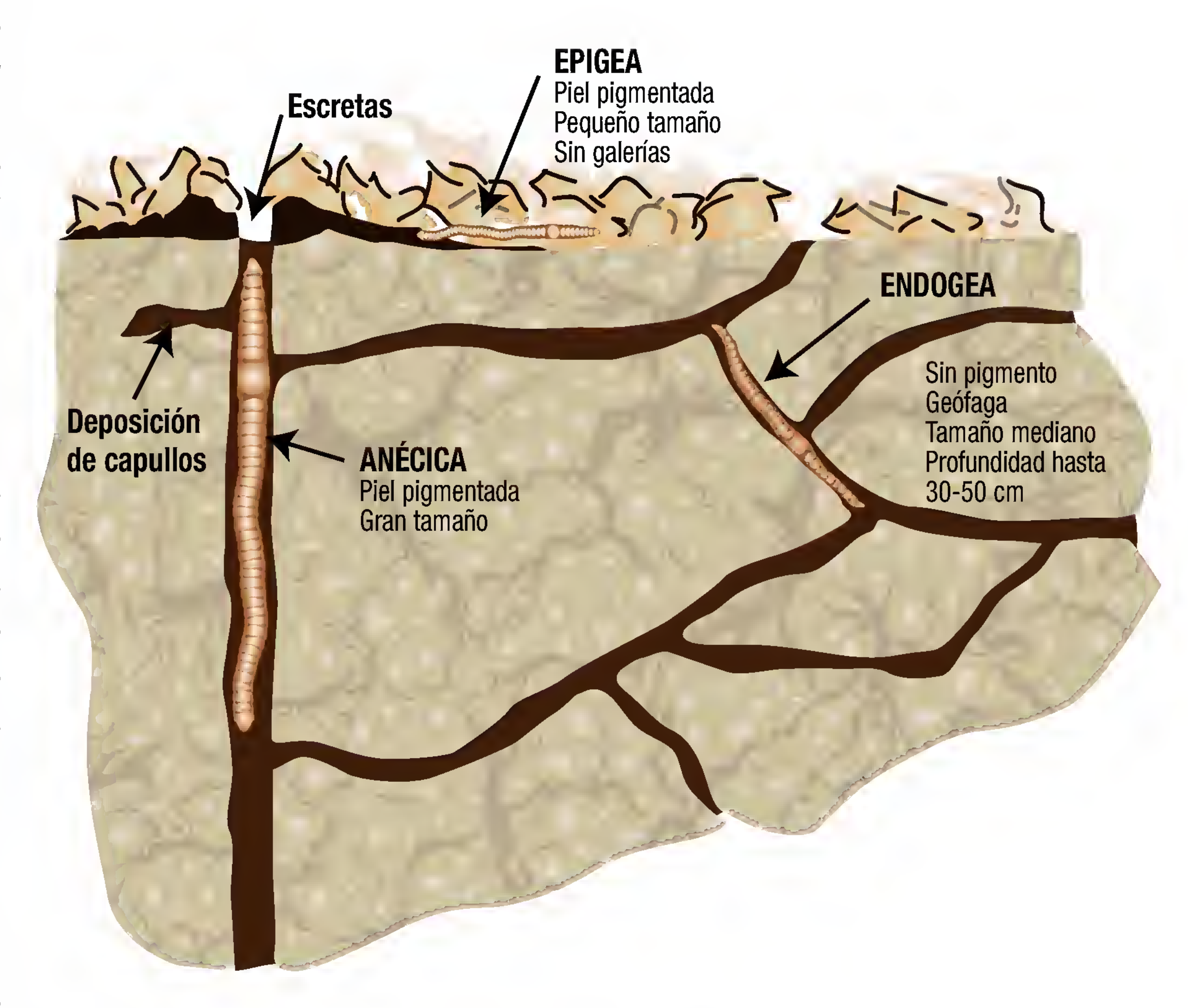
En ambientes tropicales la especie más estudiada es *Pontoscolex corethrurus*,[6] originaria de la Guyana Francesa, también *Balanteodrilus pearsei* y algunas pertenecientes al género *Diplocardia*.[11] En ambientes templados, dentro de las especies más comunes se encuentran *Amynthas gracilis, Octolasion tyrtaeum y Lumbricus rubellus*, todas ellas de la región europea. No todas las especies nativas en ambientes templados han sido estudiadas, pero sí algunos especímenes recolectados a más de 2700 msnm, como *Eutrigaster lineri* y *Zapotecia amecameca*.[4] A nivel mundial, *Eisenia foetida* y *E. andrei* son las más conocidas por su funcionalidad en actividades de lombricomposta.

Las lombrices de tierra son más complejas de lo que aparenta su simple morfología externa. Todas son hermafroditas, aunque también hay reproducción sexual y asexual. Existen especies con ciclos de vida largos y otras con ciclos cortos; tasas de fecundidad diferentes y también variadas respuestas a las condiciones y recursos de los ambientes donde habitan. El grupo de oligoquetos comparte la misma belleza (cuerpo cilíndrico segmentado y repleto de "quetas" para impulsarse dentro del suelo) y su extraordinaria funcionalidad.

Clasificación ecológica global y función dentro del suelo

Las funciones que las lombrices de tierra realizan en el suelo están asociadas a la categoría ecológica en la que se han clasificado. Ésta fue propuesta por Bouché en 1972, y está en función de la distribución vertical de las lombrices dentro del suelo y de sus principales hábitos alimenticios.[7] La primera categoría agrupa a las especies de superficie o epigeas: se desplazan en la capa superficial del suelo y llegan a introducirse en éste unos cinco cm, se encuentran expuestas a los cambios ambientales más bruscos, son pigmentadas, frecuentemente de color rojo intenso o marrón, con altas tasas de fecundidad. Se encargan de hacer más pequeña la materia orgánica, que es principalmente su alimentación. En este grupo se encuentran las lombrices composteras como *E. foetida*, mejor conocida como roja californiana. En México, aproximadamente el 25% de las especies descritas corresponde a esta categoría.[11]

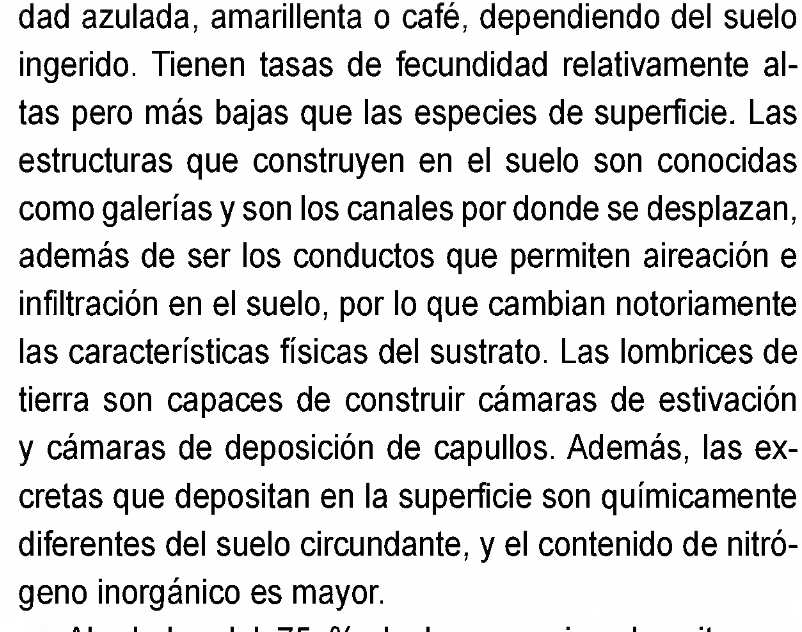
LOMBRICES DE TIERRA EN EL ECOSISTEMA



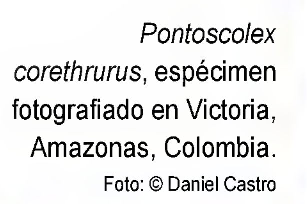


Excretas de lombrices de tierra.
Foto: © Diana Ortiz Gamino

En la siguiente categoría, las conocidas como endogeas, se encuentran las lombrices que se alimentan de suelo con la materia orgánica asociada y se desplazan dentro de éste hasta los 30-50 cm de profundidad. La actividad que realizan propician el cambio de las propiedades del suelo visiblemente ya que al ser de los organismos de mayor tamaño son capaces de ingerir bacterias y hongos que se encuentran en el suelo y, así, desplazarlos hacia otras capas u otros lugares. No poseen pigmento en la piel, pero pueden tener una tonalidad azulada, amarillenta o café, dependiendo del suelo ingerido. Tienen tasas de fecundidad relativamente altas pero más bajas que las especies de superficie. Las estructuras que construyen en el suelo son conocidas como galerías y son los canales por donde se desplazan, además de ser los conductos que permiten aireación e infiltración en el suelo, por lo que cambian notoriamente las características físicas del sustrato. Las lombrices de tierra son capaces de construir cámaras de estivación y cámaras de deposición de capullos. Además, las excretas que depositan en la superficie son químicamente diferentes del suelo circundante, y el contenido de nitrógeno inorgánico es mayor.



Pontoscolex corethrurus, espécimen recolectado en Naolinco, Veracruz, México.
Foto: © Diana Ortiz Gamino



Pontoscolex corethrurus, espécimen fotografiado en Victoria, Amazonas, Colombia.
Foto: © Daniel Castro

Alrededor del 75 % de las especies descritas en nuestro país corresponde a lombrices de tierra endogeas.[11] El efecto que tienen estas especies dentro del suelo depende de las condiciones y recursos disponibles, pero también de las características inherentes de la especie. Así, *P. corethrurus* —que en México es considerada una especie introducida, exótica, peregrina o invasora— parece estar ocupando los nichos que no son aptos para las especies nativas y tiene efectos mayormente positivos en el crecimiento de plántulas. El

resultado que tiene al coexistir con la fauna nativa posiblemente sea neutro cuando los recursos son suficientes para ambas, o cuando se encuentra coexistiendo con especies que corresponden a alguna de las otras dos categorías. Incluso, debido a la plasticidad fenotípica que muestra esta especie se ha propuesto como modelo en la remoción de metales pesados o de hidrocarburos en los ambientes donde ya está presente.

En la última categoría se encuentran las especies anécicas, que hasta 2001 ninguna había sido descrita en México.[11] Son una combinación de las primeras dos categorías, es decir, se alimentan de materia orgánica —como las especies de superficie— y también realizan actividades en ese estrato, pero su distribución dentro del suelo puede llegar a ser más profunda que un metro, por lo que se consideran especialistas en mezclar materia orgánica en capas profundas. A ellas pertenece *Lumbricus terrestris*. El efecto que tienen estas especies dentro del suelo va más allá de lo que se ve reflejado en el rendimiento de las plantas. Al ser consumidoras de materia orgánica y llevarla hacia capas profundas, son las encargadas de mezclar el suelo, además de que proporcionan infiltración, aireación y porosidad a estas profundidades.

Las tres categorías juntas, es decir, un acoplamiento de la actividad de epigeas, endogeas y anécicas, son una representación perfecta de lo que fue descrito como intestinos del suelo y formadoras del mantillo vegetal. El suelo con lombrices de tierra es un suelo vivo, un suelo fértil. Posiblemente no sean los organismos más bellos de la historia de la Tierra desde una visión tradicional, pero de acuerdo con Charles Baudelaire: "Lo bello es siempre extravagante, tiene siempre un punto de sorpresa que lo convierte en algo especial". Que pertenezcan a las especies más influyentes en la vida en la Tierra las embellece aún más. Las lombrices de tierra cumplen a la perfección con el concepto de especies sombrilla,[2] ya que de éstas depende el funcionamiento e integridad del ecosistema terrestre; su presencia influye notablemente en la distribución y abundancia de otros grupos completos de organismos (comunidades de hongos, bacterias y colémbolos). En general, la actividad que realizan mejora considerablemente las propiedades fisicoquímicas del suelo, por lo que son idóneas como objeto de estudio para la ciencia básica y aplicada, tanto por su belleza extravagante como por su funcionalidad.

Lombriz de tierra roja californiana *(Eisenia foetida)*.
Foto: © John Lodder





Turdus migratorius con lombrices.



Suelo vivo; espécimen fotografiado en Portland, Oregon.
Foto: © Michael Sulis

Agradecimientos

A Héctor Ortiz Gamino, Miguel Ramo, Alba J. Flores Estrada y Edel Pérez López por enriquecer el manuscrito con sus comentarios. Al Dr. Carlos Fragoso por la literatura recomendada. Gracias a los amantes de la naturaleza por compartir fotografías originales de lombrices de tierra.

Bibliografía

[1] Eco, U. 2004. *Historia de la belleza*. Barcelona: Debolsillo.

[2] Valera Bermejo, A., R. Ramírez Álvarez y E. Quintero. 2016. "Especies prioritarias para la conservación de la Biodiversidad de México", *Biodiversitas* 128: 1-5.

3 Lloyd, Christopher. 2009. *What on Earth Evolved?: 100 Species that Changed the World*, citado en David Maxwell Braun, "The most influential species of all evolution", en línea, http://voices.nationalgeographic.com/2009/11/04/evolution_most_influential_species/.

[4] Fragoso C., P. Rojas. 2014. "Biodiversidad de lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta: Crassiclitellata)", *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S197-S207.

[5] Ortiz Gamino D., L. Cunha, E. Martínez Romero, N. Flores Estévez y Á. Ortiz Ceballos. 2017. "Genetic diversity and population structure in an invasive pantropical earthworm along an altitudinal gradient", *PeerJ Preprints* 5: e3024v1, disponible en https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.3024v1.

[6] Ortiz Gamino D., P. Pérez Rodríguez y Á. Ortiz Ceballos. 2016. "Invasion of the tropical earthworm *Pontoscolex corethrurus* (Rhinodrilidae, Oligochaeta) in temperate grasslands", *PeerJ.* 4: e2572, disponible en https://doi.org/10.7717/peerj.2572.

[7] Bouché, M. 1972. Lombricidés de France. Écologie et systématique. París: Institut National des Recherches Agriculturales.

[8] Brown, G. G., C. Fragoso, I. Barois, P. Rojas, J. C. Patrón, J. Bueno, A. G. Moreno, P. Lavelle, V. Ordaz y C. Rodríguez. 2001. "Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos", *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 1: 79-110.

[9] Lavelle, P., D. Bignell, M. Lepage, V. Wolters, P. Roger, P. Ineson, O. W. Heal y S. Dhillion. 1997. "Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers", *European Journal of Soil Science* 33: 159-193.

[10] Orgiazzi, A., R. D. Bardgett, E. Barrios, V. Behan Pelletier, M. J. I. Briones, J. L. Chotte, G. B. De Deyn, P. Eggleton, N. Fierer, T. Fraser, K. Hedlund, S. Jeffery, N.C. Johnson, A. Jones *et al*. 2016. *Global Soil Biodiversity Atlas*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union, p. 58.

[11] Fragoso, C. 2001. "Las lombrices de tierra de México (Annelida, Oligochaeta): diversidad, ecología y manejo", *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), número especial 1:131-171.

[12] Darwin, C. 1881. *The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms, with Observations on their Habits*. Londres: John Murray.

* Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA), Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.

[1] Instituto de Investigación de Zonas Desérticas/Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí. diana.gamino@gmail.com.

Nuevas funcionalidades en





Busqueda de especies por estado/municipio

1 Selecciona un estado y municipio del mapa o lista



2 Elige un grupo icónico


mamíferos


aves


anfibios


reptiles


peces


invertebrados

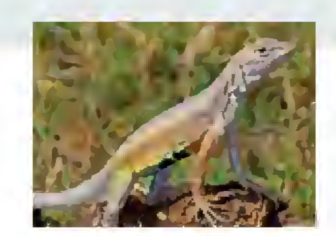

plantas


hongos


bacterias

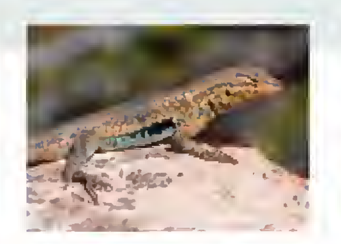

protoctistas

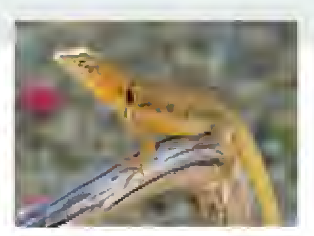
3 Selecciona la imagen de la especie de tu interés para ver sus registros en el mapa


cachora arenera
Callisaurus draconoides


lagartija topo cinco dedos
Bipes biporus


camaleón de litoral
Phrynosoma


lagartija de mancha lateral
Uta stansburiana


lagartija espinosa de isla Cerralvo
Sceloporus grandaevus

Puedes filtrar tus resultados con varios criterios (NOM-059, IUCN, CITES, prioritarias, exóticas invasoras y endémicas).



Alianza con la Universidad de Cornell

Además de la conexión al Banco de Imágenes de CONABIO, estamos presentando fotos, videos y audios de la Biblioteca Macaulay para muchas especies mexicanas.

Próximamente tendremos búsqueda por regiones marinas, áreas protegidas y pueblos mágicos.



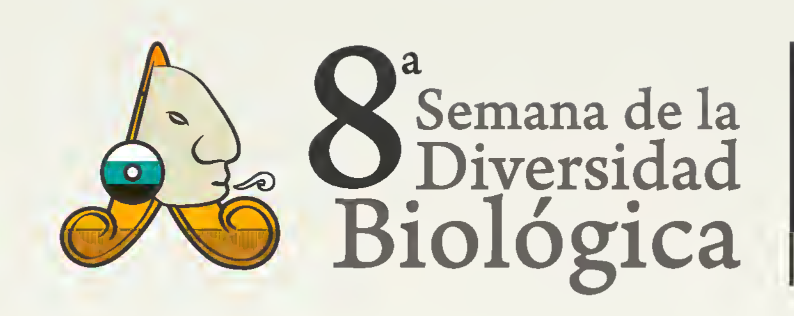
www.enciclovida.mx











Del 22 al 26 de mayo 2018 | Biblioteca Vasconcelos

Historias de éxito

acciones por la naturaleza

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad te invita a participar activamente realizando actividades de divulgación para celebrar el 22 de mayo, Día Internacional de la Diversidad Biológica.



Conocimiento Educación Restauración Gobernanza Conservación Aprovechamiento

Organiza …

actividades como visitas a sitios naturales, limpieza de basura, pláticas, conferencias, exposiciones, concursos en tu escuela, institución de trabajo y estudio o localidad donde vives, que contribuyan a valorar y conservar la riqueza natural de México. En 2018 nos enfocaremos al tema "Historias de éxito: acciones por la naturaleza".

Difunde y comparte tus actividades en:

www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/SDB/

¡Sólo necesitas registrarlas!

Asiste …

a las conferencias, exposiciones, cortometrajes y actividades que se llevarán a cabo en tu estado. En la Ciudad de México la Biblioteca Vasconcelos será una de las sedes capitalinas.



Para mayor información, consulta:
www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/SDB/









Métodos para la caracterización de los manglares mexicanos
Un enfoque espacial multiescala

Los ambientes de manglar y las especies que los constituyen resultan de la interacción entre factores y procesos de dos sistemas distintos: el terrestre y el marino. Los ecosistemas de manglar en nuestro país se desarrollan en la extensa línea de la franja litoral en una gran variedad de ambientes determinados sobre todo por los cambios en latitud, la topografía de la plataforma continental y los efectos de desfogue del número y volumen de las corrientes fluviales.

Todo esto proporciona a la vegetación de los manglares múltiples expresiones de sus características estructurales, así como de los procesos ecológicos y funciones asociadas, lo que a su vez determina el uso de diferentes metodologías para su estudio. Esta pluralidad de métodos conlleva una complejidad en la comparación y análisis de los datos. Para tratar de reducirla, el libro *Métodos para la caracterización de los manglares mexicanos: un enfoque espacial multiescala* presenta el resultado de un largo proceso participativo entre diversas instituciones académicas, gubernamentales y de la sociedad civil, que consideraron necesario homologar las metodologías utilizadas en el estudio de los manglares y así fortalecer la capacidad de monitorear los manglares de México.



Conoce la riqueza natural de México
Biodiversidad mexicana





La misión de la CONABIO es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

Sigue las actividades de CONABIO a través de las redes sociales

Biodiversitas es de distribución gratuita. Prohibida su venta.

Los artículos reflejan la opinión de sus autores y no necesariamente la de la CONABIO.
El contenido de *Biodiversitas* puede reproducirse siempre que se citen la fuente y el autor.
Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2013-060514223800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288.
Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

EDITOR RESPONSABLE:	Fulvio Eccardi Ambrosi
DISEÑO:	Tools Soluciones
CUIDADO DE LA EDICIÓN:	Adriana Cataño y Leticia Mendoza
PRODUCCIÓN:	Gaia Editores, S.A. de C.V.
IMPRESIÓN:	Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V.

fulvioeccardi@gmail.com • biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 Ciudad de México
Tel. 5004-5000, www.gob.mx/conabio. Distribución: nosotros mismos